

---

## Performativité et autorealisation : le cas de la finance

*Performativity and self-fulfillment : the case of finance*

**Nicolas Brisset**

---



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/ress/3445>

DOI : 10.4000/ress.3445

ISBN : 1663-4446

ISSN : 1663-4446

### Éditeur

Librairie Droz

### Édition imprimée

Date de publication : 15 mai 2016

Pagination : 37-73

ISSN : 0048-8046

### Référence électronique

Nicolas Brisset, « Performativité et autorealisation : le cas de la finance », *Revue européenne des sciences sociales* [En ligne], 54-1 | 2016, mis en ligne le 15 mai 2019, consulté le 04 janvier 2020. URL : <http://journals.openedition.org/ress/3445> ; DOI : 10.4000/ress.3445

---

© Librairie Droz

# PERFORMATIVITÉ ET AUTORÉALISATION : LE CAS DE LA FINANCE

NICOLAS BRISSET

Université de Nice Sophia Antipolis – GREDEG  
nicolas.brisset@unice.fr

**Résumé.** On revient dans cet article sur l'importance potentielle du concept d'auto-réalisation dans le cadre des études relatives à la performativité des théories économiques. Considérer l'autoréalisation comme une condition nécessaire (mais non suffisante) pour qu'une théorie économique puisse participer à la construction du monde social permettrait en effet de penser avec plus d'acuité les échecs performatifs. On tentera d'attirer l'adhésion du lecteur par la force de l'exemple en revenant sur un cas emblématique de la sociologie performativiste : celui de l'influence sociale des équations de Fisher Black, Myron Scholes et Robert C. Merton (dit « modèle BSM ») sur la constitution de la bourse d'options de Chicago (*Chicago Board Options Exchange*). À rebours des idées reçues, on montrera alors que, dans ce cas précis, le modèle BSM ne s'est nullement autoréalisé.

**Mots-clefs :** autoréalisation, modèle Black-Scholes-Merton, finance, performativité.

**Abstract.** I wish to show how the notion of self-fulfillment is essential for the understanding of the influence of economic discourse on social reality. Because it is a necessary (albeit not sufficient) condition of an economic theory's influence to the construction of the social world, considering self-fulfillment may help analyzing the case of performative failures. To do so, I start from the canonical idea that the Fisher Black, Myron Scholes and Robert C. Merton equations (known as "BSM model") strongly influenced the constitution of the Chicago Board Options Exchange. I challenge this common idea by showing that in this case the BSM model did not achieve to self-fulfill itself.

**Keywords :** Black-Scholes-Merton model, finance, performativity, self-fulfilment.

Les conventions sont, si l'on peut dire, des conventions par convention ou par décret, mais elles ne sont pas pour autant vraies simplement par convention ou par décret. (Bouveresse, 1987, p. 99)

Cet article fait partie d'un ensemble de travaux ayant pour ambition d'examiner la notion de performativité des théories économiques (Brisset, 2011 ; 2012a et 2012b ; 2013 ; 2014a, 2014b et 2014c ; 2015 ; 2016a et 2016b), notion prenant forme à partir de l'affirmation de Michel Callon : « La science économique, au sens large du terme, performe, modèle et formate la réalité, plutôt qu'elle n'observe la manière dont elle fonctionne » (Callon, 1998, p. 2).

Ces travaux ont été l'occasion de développer une théorie de la performativité principalement focalisée sur ses échecs potentiels. Empruntant la notion de performativité à la philosophie du langage de John Austin, cette grille d'analyse repose sur l'idée qu'un certain nombre de conditions doivent être remplies pour qu'une théorie modèle le monde à son image. Dans le cadre du présent travail, c'est sur la condition d'autoréalisation que nous entendons porter notre attention : pour performer, une théorie doit être autoréalisatrice. Rappelons que Robert K. Merton définit une prophétie autoréalisatrice comme suit : « La prophétie autoréalisatrice consiste en une définition fautive de la situation, suscitant un comportement nouveau qui rend vraie la conception fautive à l'origine » (Merton, 1948, p. 195).

Cette définition n'est pas sans poser problème, particulièrement en ce qu'elle ne comporte aucun critère de jugement du vrai et du faux. Il est ainsi possible, et nécessaire, de la compléter. Nous dirons qu'une croyance est autoréalisatrice si, une fois qu'elle est adoptée au sein d'une population, elle génère un état du monde au regard duquel elle est confirmée (ou non infirmée) aux yeux des agents eux-mêmes (This, 1994b, p. 69). Lorsqu'on parle de « croyances », on entend les représentations à partir desquelles les agents forment leurs prévisions.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La notion d'autoréalisation a été largement étudiée par This (1994a, 1994b). Au-delà de cette définition, le présent article appelle à un approfondissement du lien entre autoréalisation et performativité.

Insister sur l'autoréalisation comme étant le phénomène au cœur de la notion performativité permet de penser l'échec de performance : une théorie échoue à performer le monde à partir du moment où elle ne s'autoréalise pas. Bien sûr, l'autoréalisation n'est pas tout. Ainsi Bertrand Russel affirmait, dans la verve polémique qu'on lui connaît :

Donnez-moi une armée digne de ce nom, donnez-moi les moyens de lui offrir un salaire plus généreux et une nourriture plus abondante que la moyenne, et je vous garantis qu'en l'espace de trente ans je me débrouillerai pour faire croire à la majorité de la population que deux et deux font trois, que l'eau gèle à 100 degrés et qu'elle entre en ébullition au-dessous de zéro, ou n'importe quelle autre fadaise susceptible de servir les intérêts de l'État (Russel, 2013, p. 69).

Cette réflexion amène toutefois quelques remarques. Comme le concède Russel, il est fort peu probable que l'on puisse imposer une croyance au-delà d'une adhésion au seul discours, lorsque celle-ci est directement impliquée dans les pratiques quotidiennes :

Évidemment, même si l'on y croyait, nul ne s'aviserait de mettre la bouilloire au congélateur pour faire chauffer de l'eau. Le fait que le froid porte l'eau à ébullition serait une vérité sacro-sainte, que l'on professe d'un ton exalté, mais que l'on n'aurait pas idée d'appliquer dans la vie quotidienne. (*ibid.*, p. 69-70).

Tel est précisément le dilemme auquel sont confrontés le Pape et l'inquisiteur, face à la théorie galiléenne, dans la célèbre pièce de Bertolt Brecht, *La Vie de Galilée* : ils doivent à la fois rejeter l'héliocentrisme, afin de sauver les croyances de la tradition chrétienne, et autoriser les villes marchandes de l'Italie du Nord à intégrer cette nouvelle théorie, plus efficace d'un point de vue pratique, à leurs cartes maritimes. L'inquisiteur de conclure : « Il va falloir leur céder, il y a là des intérêts matériels » (Brecht, 1955 [1945], p. 114).

L'inertie des croyances à première vue réfutées par les faits est certainement le thème le plus traité de l'histoire et de la philosophie des sciences. Relever une telle difficulté implique d'admettre qu'une théorie pose un problème de validité externe. Or un tel problème peut être masqué *a posteriori* par une idéologie sous-jacente, à l'origine d'une dissonance cognitive du type de celle observée par Festinger, Riecken et Schachter (1993), lorsque des ufologues, devant

l'échec d'une prophétie eschatologique, s'arc-boutent d'autant plus sur leur croyance initiale. Le présupposé même de ce type de phénomène est bien l'existence d'un écart entre les faits et les croyances. La problématique de l'autoréalisation constitue à cet égard un pas supplémentaire dans la mesure où les croyances sociales portent en elles le potentiel d'appeler à la réalité leur propre corroboration. L'existence de dissonances repose donc sur l'absence d'autoréalisation : il ne suffit pas que l'ensemble d'une population croit en telle ou telle théorie, pour que cette dernière s'en trouve corroborée dans les faits.

L'objectif de cet article est d'insister sur le rôle central de l'autoréalisation dans le cadre de la performativité par le biais d'une étude de cas. Notre analyse critique nous a en effet amené à nous intéresser à un domaine particulier des études performatives, consacré au rôle des théories financières dans la construction de la réalité financière. C'est plus particulièrement le travail de Donald MacKenzie et Yuval Millo, «*Constructing a Market, Performing theory : The Historical Sociology of a Financial Derivatives Exchange*» (2003a et 2003b), qui focalisera notre attention. Les auteurs mettent en évidence le rôle primordial des fameuses équations de Fisher Black, Myron Scholes et Robert C. Merton dans la constitution des marchés financiers en général et du *Chicago Board Options Exchange* en particulier. Cette enquête a été l'occasion d'une vaste littérature. Elle est d'ailleurs souvent considérée comme la première étude démontrant la pertinence de la démarche performativiste (Muniesa et Callon, 2007, p. 291). À tel point que la plupart des commentateurs, notamment anglo-saxons, la considère comme la référence en la matière. L'ambition de cet article est de nuancer le résultat défendu par MacKenzie et Millo sur la base d'une argumentation qui prend acte, en l'espèce, de l'absence d'autoréalisation : oui les équations du modèle BSM ont eu une influence certaine sur les pratiques de marché, elles n'ont néanmoins pas changé fondamentalement le monde, à tel point qu'elles ont été remises en cause lors du krach boursier de 1987. Selon MacKenzie (2006a), cet événement procède d'un retournement : à une phase performative succède une phase contre-performative. Or, on montrera ici que tel ne fut pas le cas, et que le krach a plutôt été l'occasion d'une prise de conscience de la part des agents de marché des limites du modèle utilisé : si ce dernier participe de la construction du

monde, ce même monde impose également des limites que le modèle doit tenter d'intégrer. Autrement dit, la plasticité de la réalité sociale n'est jamais totale.

On commencera par restituer l'argument de MacKenzie et Millo (2007) (Section 1). L'idée de performativité du modèle Black-Scholes-Merton (dit «modèle BSM», ci après) se fonde chez eux sur un constat : une hypothèse centrale du modèle – à savoir que la volatilité implicite des sous-jacents d'une option suit une relation linéaire vis-à-vis du prix d'exercice de l'option –, devient vraie à mesure que les *traders* utilisent le modèle BSM dans leurs évaluations. Une relation linéaire qui cesse d'exister à partir de 1987, d'où l'idée d'une «contre-performativité» : la réalité cesse de se conformer au modèle (Section 2). Dans les faits, ce retournement se caractérise par l'apparition sur les marchés de ce qu'on a pris pour habitude d'appeler le *smile* de volatilité : les options correspondant à de plus grandes variations s'échangent à des prix plus importants, ce qui dénote une grande peur des variations extrêmes. Or, on défendra ici que cet argument repose sur une compréhension erronée du statut de la volatilité implicite, qui, loin d'indiquer le niveau de volatilité réelle, est avant tout un indicateur de la manière dont les agents envisagent le risque. En d'autres termes, elle indique une convention, au sens d'une polarisation mimétique, sur un niveau de volatilité, et non la volatilité réelle du sous-jacent. Le raisonnement de MacKenzie et Millo suppose que les phénomènes financiers se conformeraient à cette représentation particulière des variations de cours qui émane de la convergence de l'ensemble des représentations individuelles. Or, ceci n'est vrai que si l'on pose comme un préalable nécessaire l'autoréalisation de la représentation en question, ce qui est loin d'être une évidence : il ne suffit pas que l'ensemble d'une population de *traders* sur options suive une convention de représentation pour que la réalité sociale s'y conforme. Emprunter cette piste de réflexion nécessitera d'entrer plus en profondeur dans les fondations théoriques du modèle BSM, et principalement dans l'hypothèse de relation linéaire entre prix d'exercice (*strike price*) et volatilité implicite (Section 3). Une telle hypothèse repose sur une conception brownienne des mouvements boursiers : on considère que les cours des sous-jacents des options suivent une *exponentielle de mouvement brownien*, c'est-à-dire une exponentielle de marche aléatoire

log-normale en temps continu (un processus dit de Lévy) dont la loi marginale est une loi normale. La représentation brownienne du risque s'inscrit intimement dans les hypothèses d'efficience informationnelle et d'anticipations rationnelles : les marchés sont efficients et les anticipations rationnelles, les cours sont donc décorrélés et les variations ne peuvent provenir que de l'apparition de nouvelles informations, par définition imprévisibles. Ils reflètent donc les fondamentaux de l'économie, ce qui justifie une vision relativement calme du risque, incarnée dans la loi normale, dès lors qu'on considère que les événements de l'économie réelle relèvent également de cette loi.

La relation linéaire entre *strike* et volatilité implicite correspond directement à l'idée que les variations de cours suivent une distribution normale, l'intégration du *smile* à partir de 1987 correspondant seulement à une distribution de probabilité plus tolérante à l'égard des événements extrêmes. On parle alors de *leptokurticité* : une distribution plus pointue à queues plus larges (le grec *kurtosis* signifiant courbure, *lepto* signifiant mince). La question est dès lors la suivante : l'intégration de la *leptokurticité* indique-t-elle que le phénomène financier a changé ou que le modèle BSM n'a finalement jamais performé le monde social, au sens où il ne se serait complètement autoréalisé ? Deux raisons nous incitent à pencher pour la seconde réponse : premièrement, il est aujourd'hui bien documenté que la volatilité implicite n'est qu'un indicateur médiocre de la volatilité réelle. Il n'y a donc aucune raison de passer de l'adoption d'une représentation du risque incluse dans le modèle BSM à une autoréalisation de cette représentation. Secondement – et ce point sera au cœur de notre dernière section –, une vaste littérature s'est consacrée à la théorisation de bulles financières en présence d'anticipations rationnelles. L'hypothèse d'anticipations rationnelles, bien qu'elle justifie souvent l'utilisation du mouvement brownien, n'évacue pas l'existence d'une dynamique interne des marchés conduisant à de vastes mouvements de cours et, donc, à la *leptokurticité* (Section 4). Un phénomène dont on verra qu'il a en définitive toujours existé, même au moment où MacKenzie et Millo évoquent la soi-disant performance du monde financier par le modèle BSM.

Qu'on ne se méprenne pas, toutefois : il ne s'agit pas de rejeter en bloc une des théories sociologiques les plus prolifiques de ces vingt dernières années. Bien au contraire, l'objectif est d'en améliorer l'acuité en donnant du corps à une notion qui selon nous devrait être centrale : l'échec performatif, tel qu'une théorie échoue à performer parfaitement le monde lorsqu'elle ne s'autoréalise pas.

## I. PRICING ET PERFORMANCE DES MARCHÉS FINANCIERS

L'enquête de MacKenzie et Millo revient sur un événement fondateur des marchés financiers, tant d'un point de vue théorique que pratique. Elle est en effet consacrée à l'élaboration par Black et Scholes (1973), puis Merton (1973), d'un modèle d'évaluation du prix des options, ainsi qu'à sa mise en application sur le *Chicago Board Options Exchange* (CBOE), un des premiers marchés modernes de produits dérivés. Ce modèle est dans un premier temps largement diffusé au sein de la communauté des *traders*, avant d'être intégré au dispositif technique du marché : en 1986, il est mise en œuvre dans le logiciel de cotation automatisé, *Autoquot*, du CBOE. Cette histoire constitue un jalon important de l'ingénierie financière, à tel point qu'en 1997 Merton et Scholes (Black étant décédé en 1995) reçoivent le prix de la banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel<sup>2</sup>. L'intérêt du fameux modèle BSM dépasse de loin le simple cadre des options. En effet, à la suite de son succès fulgurant, l'équation posée par les auteurs est utilisée afin de générer les cours des sous-jacents compatibles avec les prix des options. Ainsi, le modèle BSM en vient à constituer un premier cadrage théorique général des marchés financiers. MacKenzie et Millo interrogent ainsi le succès sans précédent de l'équation :

Qu'est-ce qui explique un tel succès empirique de la théorie d'évaluation des options ? Est-ce grâce à la découverte de régularités préexistantes dans la formation des cours, ou est-ce que la théorie a réussi empiriquement parce que les opérateurs l'ont utilisée pour définir le prix des options ? S'est-elle auto-réalisée ?

2 Bon nombre de Nobel d'économie ont été impliqué dans l'histoire de la constitution des premiers marchés financiers modernes, à l'instar de Paul Samuelson, Eugène Fama, Merton Miller ou encore William Sharpe. Sur ce point, voir Brisset (2015).



Ainsi que nous allons le voir, les réponses sont amplement compatibles avec l'analyse de Callon (MacKenzie et Millo, 2003b, p. 19).

Les auteurs expliquent cette réussite par l'utilisation massive du modèle BSM dans l'évaluation effective des prix « normaux » des options, amenant les prix réels à se conformer aux prix théoriques. Tel est le cœur de leur usage de la notion de performativité.

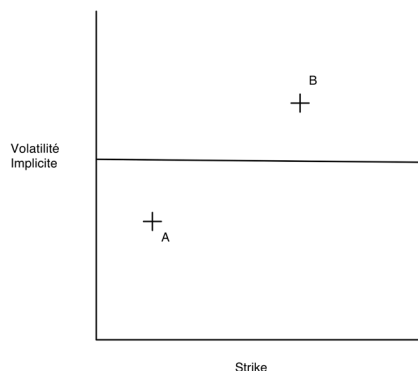
Commençons par exposer succinctement le modèle en question. Ce dernier stipule que, sous certaines conditions, la valeur d'une option européenne – c'est-à-dire d'une option ne pouvant s'exercer qu'à échéance –, dépend du prix du sous-jacent, ainsi que d'autres variables connues et stables. Les conditions en questions forment les hypothèses du modèle : le taux d'intérêt à court terme est connu et constant (taux d'intérêt sans risque) ; les prix des sous-jacents suivent un processus correspondant à une marche aléatoire log-normale en temps continu ; les coûts de transaction sont nuls ; il est possible d'effectuer des achats à découvert (c'est-à-dire d'emprunter pour acheter une option ou une partie de celle-ci) ; il n'y a aucune pénalité en cas de vente de titres à court terme ; absence de dividende.

Si ces hypothèses sont respectées, Black et Scholes montrent qu'il est possible de constituer et d'ajuster en permanence un portefeuille répliquant composé d'actifs sous-jacents et de bons du Trésor (à taux d'intérêt sans risque), de manière à couvrir sa position sur l'option. En d'autres termes, ce portefeuille aura la même rentabilité que l'option. Ainsi, le prix d'une option doit être égal au coût de constitution de ce portefeuille répliquant en ce que tout écart entre ces deux prix devrait être résorbé par des comportements d'arbitrage consistant à acheter les options les moins chères et à vendre à découvert les sous-jacents sous-évalués. Cette idée permet de lier la prime  $V$  de l'option au prix  $S$  du sous-jacent, au taux d'intérêt sans risque  $r$ , au temps  $t$  restant avant échéance et à la volatilité  $\sigma$  du sous-jacent, tel que :

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

Pour MacKenzie et Millo, l'efficacité empirique de l'équation s'explique par un certain nombre de facteurs. Premièrement, le monde réel tend petit à petit à un plus grand respect des hypothèses du modèle. Ainsi, la réglementation T – une réglementation de la FED limitant le crédit pour achat à découvert à 75 % du prix du titre –, fut-elle abandonnée. Secondement, l'énorme avantage du modèle BSM réside dans le fait que l'intégralité des paramètres est facilement observable, à l'exception de la volatilité que l'on pose comme hypothèse. L'usage du modèle est dès lors rendu extrêmement simple. À partir du prix de l'option cotée sur le marché, on calcule la volatilité théorique, que l'on nomme volatilité implicite, en renversant simplement l'équation. Plus la volatilité est élevée, plus la prime est élevée : une option d'achat ou de vente à fort prix pour un strike donné signifie donc que l'on pense avec une forte certitude que le prix du sous-jacent passera au-dessus (pour une option d'achat) ou en dessous (pour une option de vente) de ce prix. Cette notion devient le point central de l'évaluation des options (MacKenzie and Millo, 2003, p. 125; MacKenzie, 2007, p. 68-69) en ce que toutes les options sur le même sous-jacent et ayant la même date d'expiration doivent avoir la même volatilité implicite, quel que soit le strike. On parle de *flat line* de la volatilité implicite (Figure 1). Ainsi, si le modèle BSM est juste, les agents acquièrent le pouvoir d'arbitrer sur la base de cette information. Ils peuvent en effet utiliser le modèle afin d'identifier et d'acheter les options relativement moins chères (cf. «A» sur le graphique) et, simultanément, de vendre les options relativement plus chères (cf. «B» sur le graphique). Cette pratique impliquant la conformation de la réalité à l'hypothèse de la *flat line*.

Figure 1. La ligne horizontale de la volatilité implicite



Note : voir MacKenzie, 2007, p.68.

Pour MacKenzie, ce processus est un cas typique de performativité : la théorie des options produit un nouvel outil d'appréhension des cours, à savoir la volatilité implicite, permettant de faire converger le modèle et le réel. Le mouvement performatif décrit par MacKenzie et Millo révèle dès lors une condition primordiale de la performativité : l'autoréalisation. En effet, si le modèle BSM performe le monde social, c'est précisément parce qu'il est rendu plus valide par son utilisation lors des opérations d'arbitrage. Ces mécanismes d'arbitrage jouent donc un rôle primordial dans la performance des modèles économiques, lorsque les agents identifient et profitent des « anomalies », i.e. des déviations vis-à-vis du canon théorique. L'autoréalisation est donc le cœur de l'étude de MacKenzie et Millo.

Le processus de performance du modèle BSM ne s'est néanmoins pas fait sans heurt. Si, comme nous l'avons vu, la réglementation s'est peu à peu ajustée aux hypothèses du modèle, un obstacle important relève de la connaissance pratique. En effet, calculer le prix théorique impliquait une somme de calculs (trouver les valeurs de la fonction de répartition d'une distribution normale, utiliser une table de logarithmes, etc.) impossible à réaliser dans l'agitation de la corbeille. Afin de pallier cette limite, Black mit sur pied un nouveau dispositif technique destiné à faciliter l'utilisation de l'équation. Il s'agissait de pages distribuées sur

abonnement et permettant de se référer uniquement, sans calcul, aux volatilités théoriques pré-calculés sur des tableaux. Ce dispositif a été de première importance en ce qu'il a concouru à ce que les arbitrages puissent conformer le réel au théorique : la relation linéaire entre le prix d'exercice et la volatilité implicite se manifeste empiriquement à partir de la fin des années 1970.

## 2. CONTRE-PERFORMATIVITÉ ?

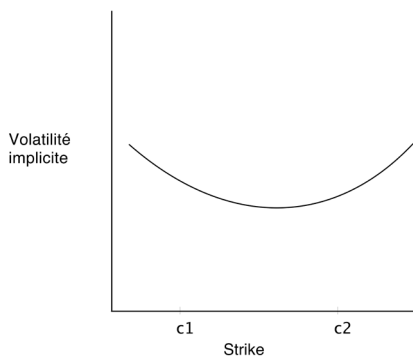
L'histoire de la mise en forme des marchés par le modèle BSM ne s'arrête pas là. MacKenzie et Millo identifient trois phases tout au long du processus performatif d'ensemble. Dans la première phase, allant de la constitution du CBOE à 1976, les valeurs observées convergent petit à petit vers les valeurs théoriques. Dans une deuxième phase, de 1976 à l'été 1987, le modèle BSM constitue une description quasi parfaite de la réalité en raison du mouvement performatif évoqué plus haut. Cette phase prend fin le lundi 19 octobre 1987, avec le fameux *Black Monday*. Le krach marque un tournant du processus performatif : la similitude entre le modèle et le réel prend fin. Dans un important article (cité par MacKenzie et Millo), Jackwerth et Rubinstein (1996) montrent en effet que la probabilité des variations des indices boursiers observées lors du krach, induite à rebours à partir de la distribution log-normale, était de l'ordre de  $10^{-160}$ . Ce qui revient à dire qu'un tel niveau de volatilité était tout simplement impossible selon l'hypothèse log-normale (Jackwerth et Rubinstein, 1996, p. 1612). De manière plus intuitive, Christian Walter (2013, p. 264) souligne que si la distribution des variations de cours suivait réellement une loi normale, une crise du calibre de celle de 1987 devrait se produire tous les 10 000 ans ! Un tel écart ne peut s'expliquer qu'à partir d'un biais systématique par rapport à la distribution log-normale des variations des sous-jacents.

Ainsi, une nouvelle représentation du risque intègre peu à peu la finance : les options de vente à bas strike – i.e. correspondant à de fortes chutes de prix –, seront dès lors relativement plus chères. L'introduction d'un tel biais correspond à deux changements majeurs de la représentation de la volatilité des options. Premièrement, la distribution log-normale est amendée au profit d'une réévaluation des risques extrêmes. Ceci implique l'amendement de l'hypothèse de *flat line*

au profit de ce qu'on nomme un *smile* de volatilité (Figure 2). Secondement, cette nouvelle représentation est dé-symétrisée : on parle d'un biais de volatilité (*skew*). Nous décrirons ces deux changements successivement.

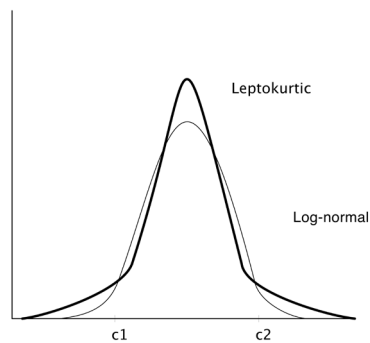
Contrairement à la représentation standard du modèle BSM, le *smile* de volatilité des options induit une distribution de probabilité non plus log-normale (cf. Figure 3, trait fin), mais dont les queues sont plus épaisses et la hauteur plus pointue (cf. Figure 3, trait épais). Détaillons le lien entre les deux graphiques, le *smile* et la distribution de probabilité (Figures 2 et 3). Considérons une option d'achat (*call*) de prix de strike  $C_2$ . L'option n'est réalisée que si le cours du sous-jacent dépasse  $C_2$ . La distribution implicite de la figure 3 montre que la probabilité d'une telle hausse est plus élevée que pour une distribution log-normale.

Figure 2. Le *smile* de la volatilité



Le gain espéré étant plus fort, le prix de l'option le sera également (ce qu'indique une plus forte volatilité implicite). Considérons maintenant une option de vente (*put*) de strike  $C_1$ . Celle-ci ne procurera un gain que si le prix du sous-jacent passe sous  $C_1$ . La probabilité de cet événement étant plus forte pour la distribution implicite, ce qui implique le même raisonnement que précédemment.

Figure 3. Distribution implicite liée au smile et distribution log-normal



Le deuxième biais que l’on observe est une asymétrie de volatilité (*volatility skew*) sur la gauche (Figure 4). Cette courbe de volatilité implicite est liée à une distribution implicite décentrée sur la gauche (Figure 5). Pour Jackwerth et Rubinstein (1996), ce décalage est clairement le fait d’une plus grande aversion au risque depuis le krach de 1987 : on estime plus probables les baisses que les hausses extrêmes des cours des sous-jacents. On parle, au sujet de la somme des deux effets (*smile* et *skew*), de *smirk* de volatilité.

Figure 4. L’asymétrie de la volatilité : le *smirk*

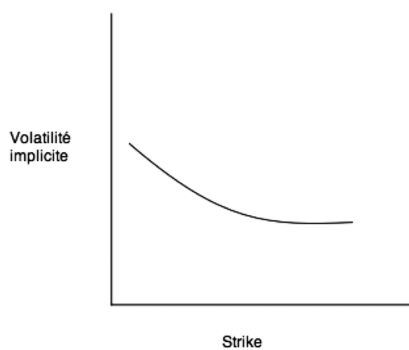
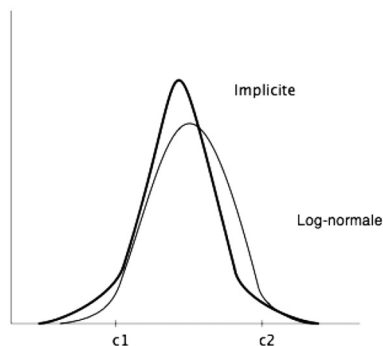


Figure 5. Distribution implicite et distribution log-normal



Pour MacKenzie (2006 ; 2007), cette troisième phase est représentative d'un cas de contre-performativité : à une phase de rapprochement succède une phase d'éloignement entre le modèle et le phénomène, éloignement dû à une peur des agents vis-à-vis des variations extrêmes. Néanmoins il ne passe pas les bornes de ce constat. Une question reste donc en suspens : pourquoi un modèle valable un temps cesserait de l'être alors même qu'il était lié à la réalité par une relation autoréalisatrice ? Selon nous, un élément important échappe à l'analyse de MacKenzie et Millo : la volatilité implicite n'est pas la volatilité réelle du sous-jacent, mais une construction faite sur la base du modèle BSM. En effet, le biais de volatilité n'indique pas que la volatilité réelle est plus forte après le krach, mais bien que les agents considèrent qu'elle l'est. Le prix auquel ils sont prêts à acheter ou vendre une option est avant tout le signal d'une représentation du monde des sous-jacents : la linéarité de la volatilité implicite est une représentation élaborée à l'aide du modèle BSM et de son chapelet d'hypothèses, une représentation autour de laquelle des agents se retrouvent. Ces derniers partagent une représentation des cours conforme au modèle, mais les cours des sous-jacents, en tant que réalité extérieure aux représentations individuelles des *traders* sur options, ne s'y conforment pas pour autant. Le fait que la volatilité implicite se rapproche de l'hypothèse de *flat line* entre 1976 et 1987 ne nous dit en définitive rien sur le monde des sous-jacents, sauf que le risque ne s'était pas encore manifesté aux yeux des agents

avant 1987. Il est d'ailleurs avéré que la volatilité implicite est loin d'être une bonne approximation, en ce qu'elle comporte un biais systématique vis-à-vis de la volatilité réelle (Fortune, 1996). Il en résulte que la crise de 1987 peut être envisagée comme une résistance du phénomène financier au modèle BSM et non comme un changement réel impliquant un mouvement de contre-performativité. Ainsi, l'introduction du *smile* ne doit-elle être comprise comme la fin du processus de performance, mais bien comme la prise de conscience par les agents d'une non-conformité du modèle BSM au monde financier ; soit un échec indiquant l'absence d'autoréalisation, et donc de performativité.

Pour le moment, nous avons principalement insisté sur le fait que la volatilité implicite est avant tout liée à une représentation du risque qui ne nous dit finalement pas grand-chose sur le phénomène financier en tant que tel. À ce titre, le retournement dont nous parle MacKenzie peut aussi bien être interprété comme une confrontation directe entre un ensemble de fausses représentations et un phénomène financier. Reste à caractériser l'écart entre ces deux entités. On a vu que l'hypothèse de *flat line* était directement liée à celle de distribution normale. La section suivante sera consacrée aux fondements théoriques de cette représentation des variations de cours. L'histoire de la pensée est ici importante pour comprendre l'imbrication entre cette représentation et ses justifications théoriques, à savoir les idées de marches aléatoires, d'efficience informationnelle et d'anticipations rationnelles. Ces concepts structurent une vision calme des variations de cours, vision conforme à la loi normale. Or, de nombreux travaux ont pris la peine de remettre en cause cette vision : la leptokurticité, dont prennent conscience les *traders* à la suite de l'événement de 1987, est un état normal des variations de cours. Un état fait de bulles et de retournements, dont on sait aujourd'hui, avec la théorisation des bulles rationnelles, qu'il n'est pas incompatible avec l'idée de rationalité des anticipations. Alors que dans la reconstruction de MacKenzie et Millo, le modèle BSM est victime d'un retournement de la réalité, on soutiendra donc l'idée qu'il n'était simplement pas autoréalisateur.



### 3. NORME STOCHASTIQUE ET RÉSISTANCE DU PHÉNOMÈNE FINANCIER

Ce que nous défendons se formule simplement : en matière de risque, il ne faut pas confondre la représentation et le phénomène. Dans un registre similaire au nôtre, Éric Brian affirme que « le hasard, l'incertitude, l'imprévisibilité viennent avant le calcul, non à sa suite » (2009, p. 5). Sociologue et historien des probabilités, il s'est évertué à faire l'histoire des représentations du risque, avant de confronter ces dernières aux phénomènes financiers. Comme toujours, il s'agit ici d'être mesuré : pas plus que le phénomène ne précède la représentation, comme le veut la vision « objective » des phénomènes financiers, il ne lui succéderait en vertu d'une vision « subjective ». Certes, les phénomènes financiers sont ontologiquement subjectifs au sens searlien du terme : sans homme, sans représentations, pas de finance (Searle, 1995 ; Brisset, 2011). Conformément aux analyses conventionnalistes, les marchés financiers ne reposent pas sur des valeurs objectives, mais sur des représentations communes du monde (Orléan, 2005). Néanmoins, les phénomènes financiers d'origine conventionnelle acquièrent une autonomie telle qu'ils ne sauraient se résumer à une simple polarisation conventionnelle. À cet égard, la thèse de la performativité n'apparaît pas satisfaisante.

Le point primordial est qu'il y a toujours eu un écart significatif entre la forme de l'incertitude et son objectivation par les experts. On peut notamment soutenir qu'une convention de représentation du risque<sup>3</sup> sur les marchés financiers n'entraîne pas nécessairement (loin de là) sa réalisation. Il est essentiel de distinguer deux conventions : l'une relative à la loi théorique de probabilité décrivant le mieux possible la distribution effective des variations de cours, l'autre renvoyant au processus menant à cette distribution dans le temps. Le modèle BSM et sa relation linéaire entre la volatilité et le *strike price* reposent sur l'hypothèse forte selon laquelle la dynamique des cours pourrait être représentée par un mouvement brownien (Walter, 2002 ; 2006 ; Walter et Pracontal, 2009).

3 Ce que Walter (2006) nomme une « convention stochastique », à savoir une représentation des moyens utilisés par les agents afin de répondre à l'incertitude des phénomènes auxquels ils font face.

Cette convention stochastique renvoie à deux conceptions. Premièrement, les cours sont supposés suivre une marche aléatoire en temps continu, en sorte que les rentabilités sont logiquement indépendantes les unes des autres et qu'elles suivent une loi de probabilité identique au long du temps. On parle alors d'hypothèse « i.i.d », pour indiquer que les variables de rentabilité sont « indépendantes et identiquement distribuées ». Tandis que l'hypothèse i.i.d définit ce que l'on nomme un processus de Lévy, on parlera de « processus de Lévy stable » lorsque les rentabilités périodiques suivent des lois stables par addition, c'est-à-dire des lois dont la forme ne change pas quelque soit l'échelle de temps à laquelle on décide de les observer (jour, semaine, mois, années, siècle). Un processus de Lévy stable dont la loi marginale (à savoir la loi des variables aléatoires composant le processus) est une loi normale correspond à un mouvement brownien. Il s'agit de la seconde conception au cœur de la convention stochastique dont le modèle BSM est en quelque sorte l'apogée théorique : les variations des cours fluctuent autour d'une position moyenne selon une répartition gaussienne.

Économiquement, la référence au mouvement brownien revient à dire que l'espérance de gain spéculatif sur les cours actualisés est nulle. On reviendra dans cette section sur les détails de cette représentation, que l'on pourra confronter aux phénomènes financiers dans la quatrième section du présent article.

### 3.1. LA CONSTRUCTION D'UNE REPRÉSENTATION

#### Normalisation et « martingalisation »

Le mouvement brownien est une composante primordiale du modèle BSM. L'histoire de la modélisation des variations boursières par des processus aléatoires est d'ailleurs souvent vue au prisme de la diffusion de ce mouvement, devenu aujourd'hui un élément central des théories financières. Ainsi fait-on régulièrement remonter l'apparition d'une représentation proto-brownienne du risque à l'économiste français Jules Regnault (Jovanovic, 2001). Ce dernier rédige en 1863 un ouvrage, *Calcul des chances et philosophie de la Bourse*, dans lequel il compare la spéculation à un jeu répété dans lequel les coups sont indépendants les uns des autres. Dans cette perspective, l'espérance de gain est nulle et la bourse est un jeu équitable en ce que le gain espéré au prochain coup n'est jamais gouverné par

les coups précédents. Les erreurs des spéculateurs suivent par ailleurs une loi de répartition autour d'une valeur véritable, soit une loi normale<sup>4</sup>.

Les travaux de Regnault n'auront quasiment aucun retentissement, contrairement à ceux de Louis Bachelier, qui marqueront l'essor de cette représentation. Dans la lignée de Regnault, Bachelier introduit l'idée, aujourd'hui standard, que non seulement la prévision des cours est impossible en raison du grand nombre de facteurs qui la détermine, mais qu'elle est inutile en ce que la meilleure prévision du cours de demain est celui d'aujourd'hui. On retrouve chez Bachelier les deux intuitions déjà présentes chez Regnault (Walter, 1996). La première est qu'un phénomène aléatoire résultant de la somme d'un grand nombre de phénomènes aléatoires de faibles amplitudes et de distributions quelconques possède une distribution de Gauss, ce qui revient à substituer la probabilité à la prévisibilité. La seconde intuition peut être formulée ainsi : sur un marché, le cours considéré comme «le plus probable est le cours vrai actuel : si le marché en jugeait autrement, il coterait non pas ce cours, mais un autre plus ou moins élevé» (Bachelier, 1900, p. 34). De cette intuition procède l'essence-même de la martingale, telle que Bachelier étend le schéma probabiliste valable pour un coup à l'ensemble des coups envisagés comme autant de coups incertains et indépendants les uns des autres. Ainsi, le gain espéré au prochain coup ne dépend-il pas du coup précédent.

Le questionnement de Bachelier migre ensuite vers l'évaluation des amplitudes des variations de cours. Or, nous l'avons vu, cette question est aujourd'hui au cœur de la pratique financière via la notion de volatilité. Bachelier choisit, il est vrai par défaut, de se tourner vers la loi normale de Laplace-Gauss, reflétant les cas dans lesquels les aléas ont une faible dispersion<sup>5</sup> – i.e. une variance finie. Sont ainsi préfigurés deux ensembles de propositions : un premier relatif à la dynamique des cours, un second ayant trait à la manière d'évaluer les variations de prix selon la méthode des moments (principalement espérance – variance).

4 Notons d'ailleurs que Regnault fut largement inspiré par les travaux d'Adolphe Quetelet sur la moyenne.

5 Walter (1996, p.879) précise que le problème, beaucoup plus complexe, de l'étude des lois de probabilités sans conditions de dispersion ne sera étudié que plus tard, principalement par Paul Lévy.

Les idées étant posées, la suite ne sera que raffinements successifs menant au modèle BSM. Deux éléments s'avèrent donc tout à fait déterminants : l'idée de marche aléatoire d'une part, et celle de répartition gaussienne du risque d'autre part. Lorsque MacKenzie et Millo parlent de performance de la *flat line*, il faut bien comprendre que ce sont en fait ces deux éléments théoriques qui sont censés s'autoréaliser. Dans le cas contraire, les agents s'exposent à ce que leurs anticipations, indiquées par la volatilité implicite, soient contestées par les faits. Or, dans les développements de la théorie financière des années 1950-1960, marche aléatoire et loi normale seront elles-mêmes ancrées dans deux autres hypothèses fortes : celle de l'efficience informationnelle et celle de rationalité des anticipations.

### 3.2. LES JUSTIFICATIONS THÉORIQUES DE LA MARCHE ALÉATOIRE

Le terme « marche aléatoire » (*random walk*) est pour la première fois introduit par Karl Pearson (1905). Cette notion, comme nous l'avons vu, implique que les valeurs passées d'une variable ne sont d'aucune utilité pour en prédire les valeurs futures. Cette caractéristique est l'essence d'une chaîne de Markov d'ordre 1, c'est-à-dire d'une marche dont les pas sont linéairement décorrélés<sup>6</sup>. En 1953, le statisticien Maurice Kendall analyse diverses séries de prix afin de tester cette hypothèse de décorrélation. Le résultat est pour lui sans appel : les variations de cours peuvent bien être caractérisées par des marches au hasard.

Il manque néanmoins un support théorique solide à cette conception des cours. Paul Samuelson en apporte une première, en liant efficience et spéculation : c'est précisément la capacité des spéculateurs à anticiper les fluctuations futures et à adapter leurs comportements d'arbitrage qui gomme les fluctuations prévisibles internes à la dynamique des marchés : « *If one could be sure that a price will rise, it would have already risen* » (Samuelson, 1965b, p. 41).

6 Les cours peuvent être décorrélés à l'ordre 1 (espérance), sans pour autant l'être aux ordres supérieurs. Ainsi, les modèles ARCH, *Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity* (Engle, 1982), parviennent à détecter des élans de marché au niveau des volatilités, induisant une potentielle prédictivité.

Samuelson (1965a, 1965b, 1973) montre que si l'information nouvelle est imprévisible, alors les variations des prix actualisés des actifs suivent une marche aléatoire. Alors que l'idée de marche aléatoire laisse sceptiques les économistes pour qui la corrélation aux informations pertinentes (tel que les anticipations des rendements futurs ou les taux d'intérêt) est un élément de prévision important, Samuelson soutient en effet l'idée que les prix peuvent très bien suivre une marche aléatoire si ces informations sont connues et exploitées par les *traders* et, donc, leur impact sur le prix éliminé. Samuelson permet ainsi de réunir deux visions des fluctuations financières : d'une part celle des *charlistes*, les spécialistes des analyses graphiques empiriques des cycles financiers, d'autre part celle résultant de la théorie de la marche aléatoire<sup>7</sup>.

L'hypothèse de marche aléatoire sera justifiée théoriquement *a posteriori* (Walter, 1996, p. 891) par l'hypothèse des marchés efficients : si les variations de cours actualisés suivent une marche aléatoire, c'est parce que les prix actualisés reflètent entièrement l'information pertinente disponible sur le marché. De sorte que les variations de prix seront uniquement dues à de nouvelles informations non disponibles auparavant. Cette formulation apparaît chez le prix Nobel Eugène Fama (1965 ; 1970), qui nourrit théoriquement le coup de force de Samuelson : un marché est dit efficient s'il reflète entièrement l'information disponible<sup>8</sup>.

La notion d'efficience informationnelle est elle-même fortement amarrée à deux autres notions : celles de valeur fondamentale et d'anticipations rationnelles. En premier lieu, on considère que les agents connaissent l'équation de formation des cours (sur la base de l'actualisation des cours et des dividendes) et la reconnaissent comme la représentation pertinente de l'économie au sens de John Muth (1961), théoricien des anticipations rationnelles (Brisset, 2012b). En second lieu, on admet que tous les agents ont accès à la même information. Si le cours qui apure le marché se forme ainsi, on dit que ce dernier est efficient au sens informationnel – i.e. qu'il a transformé de manière efficace l'information en prix. Si les anticipations sont rationnelles et les marchés sont efficients, alors

7 Sur ce point, voir MacKenzie (2006, chap. 3).

8 Sur les définitions successives de l'efficience informationnelle, voir Walter (2013, p. 194-198).

la meilleure estimation du cours actualisé de demain est le cours d'aujourd'hui, car l'ensemble de l'information est disponible aujourd'hui via des prix qui reflètent la valeur fondamentale des actifs. Les hypothèses d'anticipations rationnelles et d'efficience informationnelle justifient donc une conception aléatoire de l'évolution des cours : les fluctuations ne peuvent venir que d'informations par essence imprévisibles, un bruit blanc informationnel justifiant la représentation du risque comme un phénomène aléatoire. Efficience et marche aléatoire sont donc extrêmement liées, elles se justifient l'une l'autre, ce qui n'est pas sans poser la question de la pertinence d'une telle formulation. Le fait est que tester l'efficience implique de redoutables problèmes dans la mesure où les résultats des observations vont dépendre du modèle d'équilibre retenu pour l'évaluation de la valeur fondamentale des actifs. Ce problème est connu sous le nom de « problème des hypothèses conjointes » (Leroy, 1976 ; Fama, 1976 ; 1991), tel que la testabilité dépend d'un ensemble d'hypothèses auxiliaires nécessaires. Par exemple, pour savoir si le prix d'un actif correspond à une quelconque réalité économique, encore faut-il avoir à disposition une représentation stylisée de la réalité en question. Représentation construite sur un ensemble d'hypothèses. Si l'on fait reposer la valeur fondamentale des actifs sur les évaluations individuelles (via le taux d'actualisation des flux futurs rapportés des actifs), ces évaluations doivent être comprises au sein d'un système qui les agrège, les ajuste et permet les choix individuels, soit un système d'équilibre général (Leroy, 1973 ; Lucas, 1978). À ce titre, la décorrélation sert souvent de justification intuitive à l'efficience informationnelle : si l'on ne peut pas battre le marché alors même que les agents ont des anticipations rationnelles (ils partagent la représentation pertinente de l'économie), c'est qu'il est efficient. On parle alors d'« efficience technique ». Cette justification intuitive est en quelque sorte inévitable dans la mesure où le problème des hypothèses conjointes rend l'hypothèse d'efficience informationnelle difficilement réfutable (Vuillemeys, 2013).

### 3.3. UNE RÉPARTITION GAUSSIENNE DES FLUCTUATIONS DE COURS

L'autre élément essentiel est l'association de l'efficience à une loi probabiliste dans la modélisation de la marche aléatoire. De cette manière, l'évolution de la rentabilité des titres sera liée à deux paramètres déjà cités : l'espérance mathématique (rentabilité moyenne des actifs) et la variance (le risque de diverger de cette rentabilité). Comme on l'a vu, c'est la loi normale qui est alors choisie, justifiant l'utilisation du mouvement brownien. Une telle représentation évacue les événements de grande ampleur, comme les krachs boursiers. Le constat d'écarts réguliers entre les distributions empiriques et les distributions théoriques de type gaussien fut l'objet de nombreuses discussions. C'est ainsi que Benoît Mandelbrot (1963) propose de substituer à cette distribution théorique une loi de probabilité  $\alpha$ -stable à variance marginale infinie proposée par le mathématicien français Paul Lévy. Un type de loi plus conforme à la distribution empirique des variations, plus pointue que la courbe de Gauss, mais également avec des queues de distributions plus épaisses et étirées. On retrouve ici la leptokurticité, tout en conservant le processus de Lévy (et donc l'hypothèse i.i.d.). Malgré les nombreuses critiques, on constate que le mouvement brownien prend le statut d'une convention sociale sur laquelle les agents se coordonnent pour répondre à l'incertitude des phénomènes auxquels ils sont confrontés. Le modèle BSM est à la fois l'illustration et la cause de la mise en place de cette convention en ce qu'il constitue un des fondements de la théorie financière contemporaine.

On a maintenant une vision plus claire de ce qui est censé s'autoréaliser si l'on veut bien considérer que le modèle BSM a réellement performé le monde financier : un marché efficient, sans mémoire, ancré dans les valeurs fondamentales, sans risques d'emballement, le tout justifiant l'utilisation de la loi normale. Précisément ce qui est remis en cause en 1987 avec l'introduction du *smile*.

#### 4. PHÉNOMÈNE LEPTOKURTIQUE ET LIMITE DU POUVOIR PERFORMATIF DU MODÈLE BSM

Le mouvement brownien constitue l'assise théorique du modèle BSM et de la finance contemporaine. Comme on l'a vu, l'hypothèse de MacKenzie et Millo d'une autoréalisation du modèle se heurte à un constat : le phénomène financier ne se conforme pas aux représentations des agents. Cette non-conformité trouve, selon nous, son origine dans la nature des mouvements de cours, profondément différente de la représentation brownienne en raison de l'aspect nécessairement spéculatif des marchés financiers. Le phénomène leptokurtique et la faiblesse de la loi normale comme instrument de représentation sont très tôt reconnus et documentés, même si les conséquences théoriques ne sont pas tirées<sup>9</sup>. Brian (2009) relève ainsi la constance d'un écart entre la forme normale hypothétique et la leptokurticité effectivement observée entre 1830 et 2009 ! De quoi douter que le modèle BSM ait jamais pu performer réellement les cours de bourse. C'est ici la plasticité de l'incertitude objective qui est profondément remise en cause en ce que la coordination autour de la norme gaussienne n'a pas produit des effets conforme à cette synchronisation tacite ou explicite. Reste néanmoins à expliciter la défaillance d'autoréalisation qu'indique la leptokurticité.

##### 4.1. EXPLIQUER LA LEPTOKURTICITÉ, NUANCER LA PERFORMATIVITÉ

Au-delà de la discussion relative à la photographie de la distribution, c'est-à-dire de la recherche d'une distribution de probabilité conforme à la distribution réelle, le constat que la représentation brownienne du risque ne s'autoréalise pas nécessite que l'on se penche sur les explications potentielles de la forte

9 Les raisons de cette inertie ont été documentées par les historiens de la pensée économique. Voir Mirowski (1995), Walter (2013), Jovanovic et Schinkus (2013a, 2013b). Sans entrer dans les détails, disons simplement qu'accepter la leptokurticité aurait eu un coût théorique et pratique extrêmement élevé en ce qu'elle était synonyme de l'abandon de la plupart des outils mathématiques à disposition des économistes dans les années 1960-1970. Des modélisations de la leptokurticité ont été effectuées dans les années 2000 à partir d'outils mathématiques issus de la physique. Par exemple, Muzy, Delour et Bacry (2001) utilisent des marches aléatoires multifractales inspirées par les travaux de Mandelbrot afin de simuler des *smiles*.



volatilité des cours. Prouver que la leptokurticité est le fruit de dynamiques internes aux marchés financiers irait clairement dans notre sens : la représentation normale du risque ne suffit pas à créer un monde normal pour des raisons purement endogènes. Un tel travail demanderait néanmoins un approfondissement allant bien au-delà de la réflexion à laquelle se cantonne le présent article, à savoir évaluer la pertinence de la thèse de MacKenzie et Millo : le fait est que la conformité de la volatilité implicite des options (calculée sur la base des prix d'échange) à un modèle brownien ne permet pas de conclure que la volatilité réelle des sous-jacents suive effectivement un mouvement brownien, avec tout ce que cela implique en terme d'efficience et d'anthropologie (anticipations rationnelles). Notre propos est donc nécessairement limité et repose avant tout sur une séparation entre marchés d'options et marchés des sous-jacents : rien n'indique que l'un influence l'autre dans le sens des hypothèses du modèle BSM. L'étape supplémentaire, qu'il conviendrait de franchir ultérieurement, consisterait alors à soulever l'interrogation suivante : suffit-il que l'ensemble des agents de deux marchés (options et sous-jacents) ait une représentation brownienne pour que celle-ci se réalise ? Brian répond par la négative : « La moyennisation au XIX<sup>e</sup> siècle a donc paradoxalement dégaussiannisé le phénomène, mais elle a toutefois procuré un instrument acceptable, faux dans son fondement, mais commode dans son usage » (2010, p. 209).

Nous serons, quant à nous, plus nuancé : y répondre demanderait d'apporter une preuve théorique permettant de passer de l'affirmation selon laquelle la théorie ne s'est pas autoréalisée à celle qu'elle ne le peut pas. On ne pourra ici que donner des pistes de réflexion. Il semble, par exemple, que la théorie des bulles rationnelles, soit de nature à accréditer une telle affirmation en établissant la possibilité d'existence de bulles spéculatives (voire en posant que la logique financière est en elle-même purement spéculative) même dans le cadre des anticipations rationnelles, c'est-à-dire dans un cadre qui suppose l'efficience, la marche aléatoire ainsi que, dans une moindre mesure, la distribution normale. Mais avant d'en arriver là, nous commencerons par aborder rapidement les fondements théoriques de la leptokurticité, soit les lois de probabilité compatibles avec de telles distributions.

## 4.2. LEPTOKURTICITÉ ET LOIS $\alpha$ -STABLES : DEUX TYPES DE JUSTIFICATION

La pertinence de la conception gaussienne repose en grande partie sur l'utilisation du théorème central limite, posant que la somme d'un grand nombre de variables indépendantes converge en loi vers la loi normale. Or, cette convergence en loi dépend d'une hypothèse forte : l'existence d'une variance finie. Il revient à Paul Lévy<sup>10</sup> d'avoir montré que la loi normale n'était qu'un cas particulier dans la famille plus large des lois  $\alpha$ -stables. La caractéristique primordiale de ces lois est l'invariance. Une variable  $Z$  de densité  $f(Z; B_Z)$  est dite stable si lorsqu'on lui additionne une autre variable indépendante  $Y$ , et de même densité  $f(Y; B_Y)$ , le résultat est une variable  $X = Z + Y$  obéissant à la même densité  $f(X; B_X)$ . On a ainsi une généralisation du théorème central limite : la somme de variables aléatoires ayant des queues de distribution décroissantes tend vers une loi  $\alpha$ -stable de même forme.

L'ensemble des lois  $\alpha$ -stables se décompose en deux sous-ensembles, selon la calculabilité de leur variance. D'un côté, la gaussienne ( $\alpha = 2$ ), pour laquelle la variance est finie et calculable. De l'autre, des lois à variance infinie  $0 < \alpha < 2$ . Or, ces lois donnent lieu à des distributions plus conformes aux phénomènes financiers observés, avec une plus grande rugosité, liée à une plus forte concentration des variations de cours autour de la moyenne, ainsi qu'une plus grande probabilité (infinie) des variations extrêmes. Contrairement à la représentation normale, indiquant un marché dont l'agitation est en permanence moyenne, le marché est très calme, sauf lorsqu'il bouge beaucoup (Walter, 2002). C'est ce qu'indique la leptokurticité. Ainsi, comme on l'a vu avec la révision dans les pratiques de l'hypothèse de normalité dans le modèle BSM, la distribution réelle est plus étroite, plus courbée, les queues plus larges. Le phénomène leptokurtique peut s'expliquer de diverses manières. On distinguera, suivant Walter (2002), deux types d'explications : exogènes et endogènes.

10 Sur ce point, voir MacKenzie (2006b), Sent (1999), ou Walter et Pracontal (2009).

Il est d'abord possible d'imputer la responsabilité de la leptokurticité à la non-normalité de phénomènes extérieurs au marché. Cette idée, déjà présente chez Mandelbrot (1973) sous l'appellation d'« effet Noé », est systématisée par Zajdenweber (2000) sous le vocable d'« économie des extrêmes » : un déluge d'informations atteint le marché et en affecte les cours.

Une seconde explication a trait à l'interprétation de l'information de la part des agents. Ainsi, contrairement à une conception conforme à l'efficience informationnelle, il existerait une hiérarchisation des informations, de telle sorte qu'une information, telle l'annonce d'une OPA, peut avoir de grandes répercussions sur la variation de la rentabilité d'un actif. Il a néanmoins été montré qu'imputer à une information particulière un grand mouvement boursier était souvent le fruit d'une reconstruction *a posteriori* de l'événement. Un peu après le krach boursier de 1987, Robert Shiller (2000, p. 121) questionne un échantillon d'investisseurs au sujet de l'impact présumé de 10 nouvelles parues dans la presse – nouvelles pouvant *a priori* expliquer leurs choix : attaque par l'aviation américaine de champs pétroliers iraniens, une série de ventes massives effectuée par le gourou de la bourse Robert Prechter, etc. – sur leurs prises de décision. Toutes les nouvelles sont considérées comme importantes, mais néanmoins non décisives. À l'exception d'une, que les investisseurs considèrent comme ayant eu le plus d'impact dans leurs prises de décision : les baisses de prix antérieures au 19 octobre. Or, en ce qu'il s'agit d'une information directement liée au krach, elle ne peut l'expliquer. Pour Shiller, le point primordial n'est donc pas de déterminer l'information décisive, mais une cascade informationnelle concentrant (donc déviant) l'attention collective sur un point d'ancrage particulier : l'évolution récente de certains cours jugés représentatifs. Ce second cas illustre la question des conflits de représentations lorsque l'on parle de performativité et tend à démontrer que l'hypothèse de normalité est incompatible avec les processus de retournement de l'opinion.

### 4.3. UNE EXPLICATION ENDOGÈNE DE LA LEPTOKURTICITÉ

#### La théorie des bulles rationnelles

L'effet d'ancrage envisagé par Shiller peut expliquer l'existence d'un processus de retournement autoréférentiel soudain, du moment que l'attention du public est déviée d'un ancrage précédent. Ce raisonnement remet en cause l'idée de marche aléatoire et explique les grandes variations de cours en raison d'une mémoire des cours passées. Un certain nombre de travaux a pris le parti d'étudier les phénomènes de polarisation des anticipations des agents menant à des bulles spéculatives. Même l'hypothèse des anticipations rationnelles, qui stipule que les agents ne considéreront que l'information pertinente, ne permet pas d'éviter la formation de bulles, dès lors qu'il existe toujours une infinité d'équilibres d'anticipations rationnelles (de modèles « pertinents »). Il s'en suit que la rationalité des anticipations n'implique pas que le prix de marché soit égal à la valeur fondamentale. Dans un article fondateur de 1984, Blanchard et Watson fournissent par exemple un modèle de bulle classique : le titre commence par être entraîné dans une dynamique haussière, avant de chuter brutalement. Cette brutalité, liée à la présence de bulle, est pour les auteurs l'explication de la leptokurticité des variations de cours (Blanchard et Watson, 1984). L'idée de l'autoréalisation des représentations des agents semble trouver ainsi une limite dans le cas des variations de cours et de la dynamique des marchés. Le fait que les agents aient une représentation conforme à l'hypothèse des marchés efficients (qui justifie à tort l'utilisation de la loi normale) n'est pas un gage de normalisation du risque réel. La théorie des bulles rationnelles nous prouve la possibilité de l'existence de grands retournements mimétiques dans un monde pourtant rationnel<sup>11</sup>.

11 On retrouve ici l'image de la bulle comme « pyramide financière » de type Ponzi, mais néanmoins naturelle (au sens où il n'y a pas de manipulateurs). Cette image, popularisée par Shiller (2000), montre bien que le cours peut s'emballer sans manipulation ou intervention externe. Les modèles de bulles rationnelles les envisagent comme le fonctionnement normal du marché. L'ancrage défini par Shiller est donc un phénomène compatible avec l'hypothèse d'anticipation rationnelle.

Les origines de ces effets d'emballement sont multiples, mais reposent systématiquement sur un processus auto-entretenu : l'hypercroissance durable du prix de sortie escompté (Walter et Brian, 2008b). Une dynamique haussière peut par exemple être la résultante d'un arbitrage sur un biais vis-à-vis de la représentation standard des marchés. C'est le cas de l'effet « momentum des biais permanents » : un titre gagnant (respectivement perdant) continuera à s'apprécier (respectivement, se déprécier), venant contredire l'hypothèse d'efficience des marchés. Cet effet donne lieu à une stratégie simple, acheter les gagnants et vendre les perdants (Jegadeesh et Titman, 1993), entretenant l'effet lui-même par un processus de mimétisme. La stratégie d'assurance de portefeuille implique également des effets de mimétisme et de fortes variations auto-entretenuées de cours. Mise au point par Leland et Rubinstein en 1976, cette technique consiste en la mise en place de couvertures automatiques impliquant des options, que l'on désire couvrir une position longue sur un sous-jacent, ou construire une option synthétique à partir d'un sous-jacent et d'un actif sans risque. Dans les deux cas, une baisse des prix impliquera une vente du sous-jacent et entretiendra la baisse originelle. Ce mécanisme a particulièrement été mis en cause dans le cadre du krach de 1987. Si le mécanisme d'emballement des cours reste le même – des mouvements de polarisations mimétiques impliqués par des anticipations des actions d'autrui – cette technique en démultiplie l'ampleur par le biais des ordres automatiques de vente et d'achat (Shiller, 2000, p. 128).

On voit bien ici que le modèle BSM peut même donner naissance à des comportements d'arbitrage venant non pas réaliser la théorie, mais la réfuter. Un point largement abordé par MacKenzie (2004) pour justifier la thèse de la contre-performativité : l'assurance de portefeuille vient rompre la performativité des cours issue de l'utilisation du modèle BSM. On a néanmoins vu que la leptokurticité était un phénomène bien plus ancien que ledit modèle. Ainsi, l'assurance n'est qu'un exemple d'emballement parmi d'autres.

#### 4.4. LE SPÉCULATIF ET LE FONDAMENTAL

Un marché financier est par essence un lieu où se réalisent des équilibres de type conventionnel, où la moindre information est susceptible de provoquer une catastrophe, au sens d'un changement brutal de convention collective. L'objectif n'est plus la découverte de la valeur intrinsèque des actifs, mais de l'opinion majoritaire à ce sujet. Peu importe les représentations portées par le modèle BSM. L'étape suivante reviendrait à remettre en cause la notion même de fondement économique (par opposition au financier) de la valeur. L'anticipation des flux ainsi que leur actualisation repose également sur une circularité inextricable : elle procède d'un accord intersubjectif sur les modes de calcul (voir la calculabilité même) ainsi que sur une représentation du futur. Au-delà de cette représentation partagée de l'avenir, les hypothèses d'anticipations rationnelles et d'efficience informationnelle présupposent une hypothèse encore plus forte sur l'économie réelle : celle de l'objectivité marchande. C'est-à-dire l'objectivité du socle sur lequel repose la finance, celle des marchés réels. Ceci alors même que la valeur d'un bien sur un marché dépend intrinsèquement de phénomènes de polarisations lors des interactions marchandes elles-mêmes (Orléan, 2005 ; 2011). Est ici remise en cause la partition supposée plus haut entre le spéculatif et le fondamental, ce qui démultiplie encore le poids du conventionnel sur le performatif : la représentation portée par le modèle BSM se heurte à une dynamique d'ensemble de l'économie (réelle et financière). On touche dès lors à ce qui a été évoqué précédemment : au-delà de notre critique de l'argument de MacKenzie et Millo au sujet du modèle BSM, les considérations conventionnalistes relatives à la valeur fondamentale permettraient à première vue de montrer que la généralisation de conventions browniennes ne permet pas de conclure théoriquement à son autoréalisation en ce que la valeur autour de laquelle le cours varie n'existe par essence pas.

#### 5. BSM : UN MODÈLE PERFORMATIF ?

Les sections précédentes nuancent les conclusions de McKenzie et Millo à plusieurs égards. Conformément à la lecture que l'on a adoptée, ces nuances ont trait au mécanisme d'autoréalisation.

On peut dans un premier temps considérer un conflit de représentations. Certes, si l'on restreint l'argument au strict marché des options, force est de constater qu'entre 1976 et 1987, les prix correspondent à la vision du monde véhiculée par le modèle BSM. Les *traders* sur options partagent une représentation du monde excluant les risques des *crashes* liés à l'hyperinflation ou déflation des prix des sous-jacents. Néanmoins, sur les marchés de ces mêmes sous-jacents, la moindre petite information peut faire apparaître la possibilité de vastes fluctuations de cours. Robert Shiller donne ainsi l'exemple de l'impact qu'a pu avoir la parution, au matin du krach de 1987, d'un article du *Wall Street Journal* accompagné de deux graphiques mettant face à face l'évolution du Dow Jones qui précéda le krach de 1929 et celle du même indice depuis les années 1980. On y soulignait leurs similitudes, laissant envisager la perspective d'un krach. Et Shiller de conclure : « Quand les prix commencèrent à tomber lourdement au matin du 19 octobre 1987, le modèle du krach de 1929 fraîchement à l'esprit encouragea les investisseurs à se poser la question de savoir si "ça" n'était pas en train de se reproduire » (Shiller, 2000, p. 127).

Dire que la relation linéaire entre volatilité implicite et *strike* se confirme sur le marché des options ne justifie pas qu'elle se réalise sur les autres marchés. Le Lundi noir est précisément la contestation de la représentation diffusée par le modèle BSM et les représentations des marchés de sous-jacents : arbitrage sur la volatilité d'un côté (arbitrage sur les divergences de volatilité) ; emballements mimétiques et spéculation de l'autre. Or, rien ne permet d'exclure l'existence de tels comportements bien avant la performance du modèle BSM dans les années 1970.

Il est ensuite possible de souligner, dans la droite lignée de ce qui vient d'être dit, que la thèse de la performativité, dans le cas du modèle BSM, néglige l'importance des facteurs informationnels externes aux marchés. Affirmer que le modèle devient vrai à partir du moment où il devient une convention néglige le fait que des facteurs externes peuvent perturber violemment les cours. Ceci bien que le modèle BSM, en tant qu'il est fondée sur l'hypothèse de marché efficient, ignore complètement le rôle des événements exogènes aux marchés financiers et accepte uniquement les variations endogènes autour de la valeur

fondamentale. L'étude performativiste de MacKenzie et Millo accepte donc tacitement le point de vue objectiviste de la finance contemporaine.

Finalement, la principale limite du travail de MacKenzie et Millo est d'accepter la représentation du monde proposée par le modèle BSM, sans envisager son échec à performer en raison de son manque de justesse vis-à-vis de la dynamique intrinsèque des marchés financiers. Se pose ainsi la question, primordiale, du lien entre performativité et résistance des phénomènes financiers. Ici, l'économie comme discipline n'a pas d'effet autoréalisateur sur l'économie comme phénomène épistémiquement objectif. Il a en effet été montré que conserver l'hypothèse centrale du paradigme brownien, à savoir l'hypothèse d'anticipations rationnelles, n'excluait pas l'apparition de bulles. Une conclusion d'autant plus forte si l'on considère que la réalité économique sur laquelle s'appuie la réalité financière est en elle-même profondément conventionnelle. Dès lors que l'on remet en cause la notion de valeur fondamentale au profit d'une vision en termes de valorisation intersubjective, on peut considérer l'idée de retournement conventionnel comme le propre du monde social, et donc la leptokurticité comme une caractéristique à prendre en compte dans l'étude de la performance du modèle BSM.

Quoique l'idée de marche aléatoire reste bien ancrée, les années 1990 et 2000 ont vu une reconnaissance relative du phénomène leptokurtique. Et pour cause : non seulement ce qui était valable dans les années 1960-1970 – à savoir que la non-normalité était synonyme d'abandon de tout outil théorique valable – ne l'est plus dans les années 1990, mais les crises successives à partir de 1987 poussent à la prise de conscience des limites de l'utilisation de la loi normale. Soulignons néanmoins, ce qui nous ramène à l'introduction du présent texte, que l'hypothèse normale reste massivement utilisée.



## CONCLUSION

L'objet de cette contribution a été de souligner l'intérêt de la notion d'auto-réalisation dans le cadre de la théorie de la performativité. Pour ce faire, on a montré qu'un des travaux fondateurs de la littérature performativiste manque quelque chose de primordial en ne prenant pas au sérieux cet élément. Devant l'émergence d'une croyance venant amender le modèle BSM, à savoir le *smile* de volatilité, MacKenzie et Millo concluent à un retournement du phénomène performatif. À une phase de performance du monde venant rapprocher le phénomène financier de la représentation qu'en supporte une théorie particulière, succéderait une phase de « contre-performativité ». Cette manière de voir les choses permet de sauver l'idée de départ en supposant une transformation du monde par la théorie financière. Il existe néanmoins une autre interprétation, largement étayée par les travaux académiques : le modèle BSM n'a tout simplement jamais performé le monde autant que les auteurs le voudraient en ce qu'il ne s'est jamais autoréalisé. Le lundi noir n'est alors pas le signe d'un changement de la réalité sociale succédant à un moment performatif, mais la manifestation du fait que la réalité ne s'est jamais conformée au modèle.

**NDA.** Cet article a été rédigé en partie dans le cadre d'un contrat doctoral au sein du Centre Walras-Pareto, en partie lors d'un séjour de recherche au sein de la chaire Éthique et Finance du Collège d'études mondiales. J'adresse mes sincères remerciements à François Allisson, Pascal Bridel, Jérôme Lallement, Antoine Missemer, Christian Walter ainsi qu'aux rapporteurs de la *Revue européenne des sciences sociales* pour leurs conseils avisés. Je tiens également à remercier Franck Bessis pour ses remarques, ainsi qu'Ivan Jaffrin pour le travail de qualité effectué sur cet article.

## BIBLIOGRAPHIE

- BACHELIER L., 1900, « Théorie de la spéculation », *Annales de l'École normale supérieure*, 3<sup>e</sup> série, t. 27, p.21-86.
- BACRY E., DELOUR J. et MUZY J.F., 2001, « Multifractal random walk », *Physical Review E*, 64-2, [en ligne] : <<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.64.026103>>.

- BLACK F. et SCHOLES M., 1973, «The Pricing of Options and Corporate Liabilities», *Journal of Political Economy*, 81-3, p.637-654.
- BLANCHARD O. et WATSON M., 1984, «Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers», *Annales de l'INSEE*, 54, p.79-100.
- BOUVERESSE J., 1987, *La Force de la règle*, Éditions de Minuit.
- BRECHT B., 1955 [1945], *La Vie de Galilée*, Paris, L'Arche.
- BRIAN É., 2009, *Comment tremble la main invisible. Incertitude et marchés*, Paris, Springer.
- , 2010, «Aléas, normes sociales et limites de la performativité», in WALTER, 2010, p. 191-219.
- BRISSET N., 2011, «Les limites de la performativité des énoncés en économie: les apports de John Searle», *Æconomia*, 1-4, p.557-588.
- , 2012a, «Retour sur le désencastrement : Polanyi ou la science économique vue comme une institution influençant l'évolution des systèmes économiques», *Revue européenne des sciences sociales*, 50-1, p.7-39.
- , 2012b, «Deux approches de l'influence du discours économique sur les phénomènes sociaux», *Revue de philosophie économique*, 13-2, p.25-62.
- , 2013, «Discours économique et évolution institutionnelle: les apports de J.R. Commons», *Économie et société*, Série «Histoire de la pensée économique», p. 1777-1802.
- , 2014a, «Performer par le dispositif ? Un retour critique sur la théorie de la performativité», *L'Année sociologique*, 64-1, p.217-246.
- , 2014b, *Performativité des énoncés de la théorie économique: une approche conventionnaliste*, Thèse de doctorat, Université de Lausanne, Université de Paris I Panthéon Sorbonne.
- , 2014c, «Performer la rationalité», *Revue de philosophie économique*, 15-2, p.69-108.
- , 2015, «La double dimension de la performativité: de la construction de la finance contemporaine», *Cités*, 64-4, p.39-52.
- , 2016a, «Comment (et pourquoi) repenser la performativité des énoncés théoriques», *L'Homme et la société*, [à paraître].
- , 2016b, «Economics is not Always Performative: Some Limits for Performativity», *Journal of Economic Methodology*, [à paraître].

- CALLON M., 1998, «The Embeddedness of Economic Markets in Economics», in *The Laws of the Markets*, M. Callon (dir.), Oxford and Malden (MA), Blackwell Publishers, p. 1-57.
- ENGLE R., 1982, «Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimate of the Variance of United Kingdom Inflation», *Econometrica*, 50-4, p.987-1007.
- FAMA E., 1965, «The Behavior of Stock-Market Prices», *Journal of Business*, 38-1, p. 34-105.
- , 1970, «Efficient Capital Markets: a Review of the Theory and Empirical Work», *Journal of Finance*, 25-2, p. 383-417.
- , 1976, «Reply», *The Journal of Finance*, 31-1, p. 143-145.
- , 1991, «Efficient Capital Markets II», *Journal of Finance*, 46-5, p. 1575-1617.
- FESTINGER L., RIECKEN H. et SCHACHTER S., 1993, *L'Échec d'une prophétie*, Paris, PUF.
- FORTUNE P., 1996, «Anomalies in Option Pricing: The Black-Scholes Model Revisited», *New England Economic Review*, mars-avril, p. 17-40.
- JACKWERTH J.C. et RUBINSTEIN M., 1996, «Recovering Probability Distributions from Option Prices», *The Journal of Finance*, 51-5, p. 1611-1631.
- JEGADEESH N. et TITMAN S., 1993, «Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency», *The Journal of Finance*, 48-1, p.65-91.
- JOVANOVIC F., 2001, «Pourquoi l'hypothèse de marche aléatoire en théorie financière? Les raisons historiques d'un choix éthique», *Revue d'économie financière*, 61-1, p.203-211.
- JOVANOVIC F. et SCHINCKUS C., 2013a, «The Emergence of Econophysics: A New Approach in Modern Financial Theory», *History of Political Economy*, 45-3, p.443-474.
- , 2013b, «Econophysics: A New Challenge for Financial Economics?», *Journal of the History of Economic Thought*, 35-3, p. 319-352.
- LELAND H. et RUBINSTEIN M., 1976, «The Evolution of Portfolio Insurance», in *Portfolio Insurance: A Guide to Dynamic Hedging*, D. Luskin (dir.), Hoboken, John Wiley and Sons, p.3-10.

- LEROY S., 1973, «Risk Aversion and the Martingale Property of Stock Prices», *International Economic Review*, 14, p. 436-446.
- , 1976, «Efficient Capital Market: a Comment», *Journal of Finance*, 31-1, p. 139-141.
- LUCAS R.E., 1978, «Asset Prices in an Exchange Economy», *Econometrica*, 46, p. 1429-1445.
- MUTH J., 1961, «Rational Expectation and the Theory of Price Movements», *Econometrica*, 29-3, p. 315-335.
- ORLÉAN A., 2005, «Réflexions sur l'hypothèse d'objectivité de la valeur fondamentale dans la théorie financière moderne», in *Croyances, représentations collectives et conventions en finance*, D. Bourghelle, O. Brandouy, R. Gillet et A. Orléan (dir.), Paris, Economica, p. 19-42.
- , 2011, *L'Empire de la valeur*, Paris, Éditions du Seuil.
- MACKENZIE D., 2003, «An Equation and its Worlds: Bricolage, Exemplars, Disunity and Performativity in Financial Economics», *Social Studies of Science*, 33, p. 831-868.
- , 2004, «The Big, Bad Wolf and the Rational Market: Portfolio Insurance, the 1987 Crash and the Performativity of Economics», *Economy and Society*, 33-3, p. 303-334.
- , 2006a, «Is Economics Performative? Option Theory and the Construction of Derivatives Markets», *Journal of the History of Economic Thought*, 28-1, p. 29-55.
- , 2006b, *An Engine, Not a Camera*, Cambridge et Londres, The MIT Press.
- , 2007, «Is Economics Performative? Option Theory and the Construction of Derivatives Markets», in MACKENZIE, MUNIESA et SIU, 2007, p. 54-86.
- , 2009, *Material Markets. How Economic Agents are Constructed*, Oxford, Oxford University Press.
- , 2010, «Models as coordination devices», in *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*, M. Akrich, Y. Barth, F. Muniesa et P. Mustar (dir.), Paris, Presses des Mines, p. 299-302.
- MACKENZIE D. et MILLO Y., 2003a, «Construction d'un marché et performance théorique. Sociologie historique d'une bourse de produit dérivés financiers», *Réseaux*, 122, p. 15-61.
- , 2003b, «Constructing a Market, Performing Theory: The Historical Sociology of a Financial Derivatives Exchange», *American Journal of Sociology*, 109, p. 107-145.

- MACKENZIE D., MUNIESA F. et SIU L. (dir.), 2007, *Do Economists Make Markets?*, Princeton, Princeton University Press.
- MANDELBROT B., 1963, «The Variation of Certain Speculative Prices», *Journal of Business*, 36-4, p.394-419.
- , 1973, «Le syndrome de la variance infinie et ses rapports avec la continuité des prix», *Économie appliquée*, 26, p.321-348.
- MERTON R.C., 1973, «Theory of Rational Option Pricing», *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4-1, p. 141-183.
- MERTON R.K., 1948, «The Self-Fulfilling Prophecy», *Antioch Review*, 8-2, p. 193-210.  
Repris in Merton R. K., 1957 (1949), *Social Theory and Social Structure*, Glencoe (Ill.), Free Press, chap. XI.
- MIROWSKI P., 1995, «Mandelbrot's Economics after a Quarter Century», *Fractals*, 3, p.581-600.
- PEARSON K., 1905, «The Problem of the Random Walk», *Nature*, 72-1867, p.294-342.
- REGNAULT J., 1863, *Calcul des chances et philosophie de la bourse*, Paris, Mallet-Bachelier et Castel.
- RUSSEL B., 2013, *De la fumisterie intellectuelle*, Paris, L'Herne.
- SAMUELSON P., 1938, «A Note ont the Pure Theory of Consumer's Behaviour», *Economica*, 6, p. 344-356.
- , 1965a, «A Rational Theory of Warrant Pricing», *Industrial Management Review*, 6, p. 13-39.
- , 1965b, «Proof That Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly», *Industrial Management Review*, 6, p.41-49.
- , 1973, «Proof That Properly Discounted Present Value of Assets Vibrate Randomly», *Bell Journal of Economics*, 4, p.369-374.
- SEARLE J.R., 1995, *The Construction of Social Reality*, New York, Free Press.
- SENT E.-M., 1999, «The Randomness of Rational Expectations: a Perspective on Sargent's Early Incentives», *The European Journal of the History of Economic Thought*, 6-3, p.439-471.

- THIS I., 1994a, «La construction d'un concept, Des prophéties autoréalisatrices de R.K. Merton», *Economies et Sociétés*, Série C (Economia), 19-4, p. 161-199.
- , 1994b, *Anticipations et croyances autoréalisatrices. Indétermination ou prise en compte des «facteurs psychologiques» en économie*, thèse de doctorat, Université de Paris-I Panthéon-Sorbonne: Paris.
- VUILLEMEY G., 2014, «Sur le statut épistémologique de l'hypothèse d'efficience des marchés», *Revue de philosophie économique*, 14-2, p. 93-118.
- WALTER Ch., 1996, «Une histoire du concept d'efficience sur les marchés financiers», *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 51-4, p. 873-905.
- , 2002, «Le phénomène leptokurtique sur les marchés financiers», *Finance*, 23-2, p. 15-68.
- , 2004, «La spéculation boursière dans un monde non gaussien», in *L'Argent*, M. Drach (dir.), Paris, La Découverte, p. 147-165.
- , 2006, «Les martingales sur les marchés financiers, une convention stochastique?», *Revue de synthèse*, 127-2, p. 379-391.
- , 2010, «Le sida de la finance», *Cité*, 41-1, p. 89-98.
- (dir.), 2010, *Nouvelles normes financières*, Paris, Springer.
- , 2013, *Le Modèle de marche au hasard en finance*, Paris, Economica.
- WALTER Ch. et BRIAN É. (dir.), 2008a, *Critique de la valeur fondamentale*, Paris, Springer.
- , 2008b, «Spéculation boursière et hasard de Pareto», in WALTER et BRIAN, 2008a, p. 139-163.
- WALTER Ch. et PRACONTAL M. de, 2009, *Le Virus B. Crise financière et mathématiques*, Paris, Éditions du Seuil.
- ZAJDENWEBER D., 2000, *Économie des extrêmes*, Paris, Flammarion.